

Diyarbakır-Karacadağ Bazalt Taşlarının Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi

Servet YILDIZ, Nursen IŞIK*, Oğuzhan KELEŞTEMUR

Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Elazığ, Türkiye.

*Dicle Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

e-mail: syildiz@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 23.06.2008; Kabul/Accepted: 06.08.2008)

Özet: Bu çalışmada, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşının mekanik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla, yayılım alanlarına göre farklılık gösteren üç bölgeden alınan numuneler üzerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla, numuneler üzerinde tek eksenli basınç dayanımı, indirekt çekme dayanımı (brazillian), nokta yükü dayanımı indeksi, darbeli aşınma kaybı (los angeles) ve kaya sertliği belirleme deneyleri yapılmıştır. Elde edilen deneysel veriler ışığında, bazalt taşlarının hem geleneksel hem de mimari yapılarda birçok malzemenin yerini alarak yaygın bir şekilde kullanım alanı bulabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bazalt taşı, Mekanik özellikler, Mimari yapılar.

Investigation of the Mechanical Properties of Basalt Stones in the Diyarbakır-Karacadağ

Abstract: In this study, experimental studies have been carried out to determine the mechanical properties of basalt stones, which taken from three different regions according to their spread fields in the Diyarbakır-Karacadağ, which is located in the Southeast Anatolian Region of Turkey. For this purpose, uniaxial compressive strength, indirect tensile strength (Brazilian), point load strength, abrasion test and rock hardness tests were performed on the samples. As a result of this study, it has been found that Diyarbakır Karacadağ Basalts can be used for both traditional and modern architecture constructions by superseding a great deal of materials.

Keywords: Basalt stone, Mechanical properties, Architecture constructions.

1. Giriş

Doğal taşlar, insanoğlunun var oluşundan beri yaşama alanlarını oluşturmaya başladığı dönemlerde inşa etmiş olduğu mekânlar ve yapılarda en önemli yapı malzemesi olmuştur. Doğal taşların doğadaki yaygınlığı, çeşitliliği ve basit alet ve yöntemlerle işlenebilme özelliği, basınca karşı dayanımı ve herhangi bir bağlayıcıya gerek kalmadan bünyesinde statiklik ve süreklilik yaratması gibi özellikleri bu malzemenin geçmişte ve günümüzde tercih edilmesinde en büyük etken olmuştur. Bazalt, doğal taşlar sınıflandırmasında volkanik kayalar arasında yer almaktadır. Esas olarak feldspattan oluşan, kristal ve yoğun hamur bünyeli veya camlaşmış şekilde doğada bulunan koyu gri ve siyah renkli volkanik bir kayaç olan bazalt

Türkiye'de Diyarbakır ve Afyon illeri ile Trakya bölgesinde değişik özelliklerde yaygın olarak bulunmaktadır.

Diyarbakır-Karacadağ bazalt yatakları Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde geniş alanları kaplamaktadır. Bu bazalt taşlarının oluşumunu sağlayan Karacadağ volkanından inen bazalt akıntısı, özellikle Diyarbakır'ın üç bölgesinde yaygınlık göstermiştir. Batısında Diyarbakır-Şanlıurfa, kuzeyinde Diyarbakır-Elazığ ve doğusunda Diyarbakır-Mardin yolu üzerindeki bölgelerde 120-130 km çapında geniş bazalt platolarına rastlanmaktadır.

Diyarbakır-Karacadağ bazaltının göstermiş olduğu yüksek aşınma dayanımı, düşük ısı iletkenlik, asitlere ve dona karşı dayanıklılık gibi

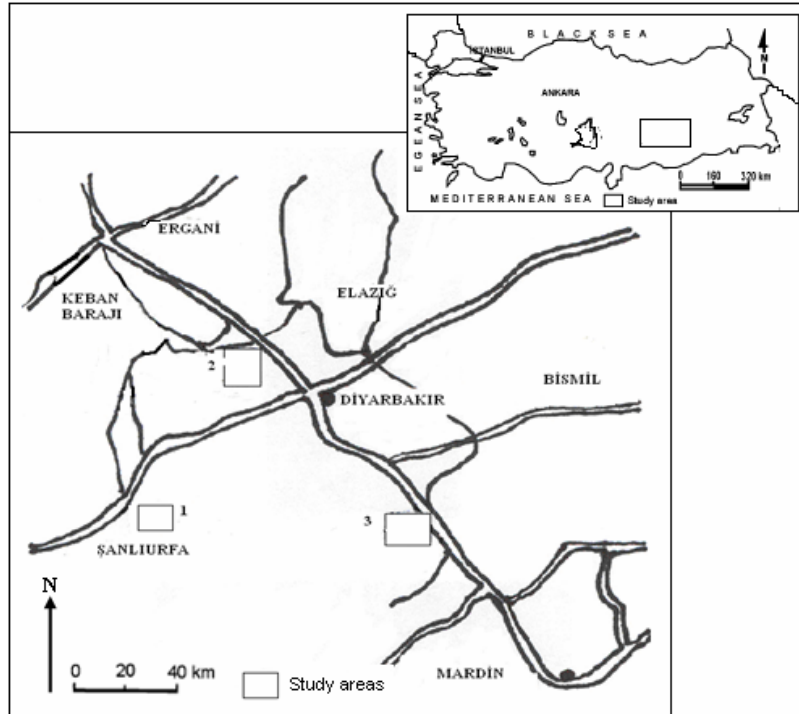
özellikleri günümüzde kullanım alanlarının çeşitlenmesini sağlamış ve bu malzeme ile ilgili çalışmaların artmasına neden olmuştur.

Bu güne kadar yapılan çalışmalar ile Diyarbakır-Karacadağ bazaltının jeolojik, petrografik, tektonik ve bazalt-mermer özellikleri incelenmiştir [1–10]. Ancak, literatürde bu taşların mühendislik özellikleri ile mimari kullanım ilişkisine yönelik çalışmaların mevcut olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, Diyarbakır-Karacadağ bazaltının mekanik özelliklerinin ve çağdaş mimari alanlarındaki kullanımının belirlenebilmesi amacıyla, bu malzemenin yayılım alanlarına göre farklılık

gösterdiği üç bölgeden numuneler temin edilerek deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Diyarbakır-Karacadağ bazaltı, Diyarbakır ve çevresinde yaklaşık 10000 km²'lik bir alana yayılmıştır. Çalışma alanı olarak Diyarbakır ve çevre illerine kadar uzanan üç bölge seçilmiştir. Şekil 1'de haritası verilen bu bölgeler; I. Bölge Diyarbakır'ın batısı (Şanlıurfa yolu), II. Bölge Diyarbakır'ın kuzeyi (Elazığ yolu) ve III. bölge Diyarbakır'ın doğusudur (Mardin yolu).



Şekil 1. Diyarbakır-Karacadağ Bazalt Numunelerin Alındığı Bölgeler

Laboratuar çalışmaları için yukarıda belirtilen bölgelerde yer alan üç ayrı fabrikadan blok numuneler halinde bazalt taşı temin edilmiştir. Deneysel çalışmalarda kullanılacak olan silindirik ve küp numuneler, su soğutmalı karot alıcı yardımıyla bu blok numunelerden elmas uçlu, NX(54mm) çaplı karotiyer kullanılarak alınmıştır. Silindirik numunelerin uygun boylarda kesilmesinde ve küp numunelerinin hazırlanmasında, sulu çalışan elmas soketli taş kesme testeresi kullanılmıştır. Deney numuneleri TS 699'a [11] uygun olarak hazırlanmıştır. Deneye tabii tutulacak

numuneler, sıcaklığı 20 ± 3 °C ve bağıl nemi %40–60 olan laboratuar ortamında deneyden önce en az bir hafta bekletilmiştir. Diyarbakır-Karacadağ bazaltının mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla, tek eksenli basınç dayanımı, indirekt çekme dayanımı (brazillian), nokta yükü dayanımı indeksi, darbeli aşınma kaybı (los angeles) ve kaya sertliği belirleme deneyleri yapılmıştır.

2.1. Tek eksenli basınç dayanımı deneyi

Tek eksenli basınç deneyinde kullanılmak üzere, bazalt taşlarından boy/çap (D/L) oranı 2.5-

3.0 olan, yaklaşık 54 mm çapında 135 mm boyunda silindir numuneler ile 70x70x70 mm³'lük ve 40x40x40 mm³'lük küp numuneler hazırlanmıştır [11].

Tek eksenli basınç dayanımı deneyleri Autotest 3000 ELE marka, 3000 kN kapasiteli otomatik kontrollü hidrolik pres kullanılarak yapılmış ve deney sonuçları bu cihazın dijital göstergesinden okunmuştur. Yükleme hızı, 70 mm³'lük küp numunelerde 4.9 kNm/sn olarak uygulanırken, 40 mm³'lük küp numunelerde ise 1.6 kNm/sn olarak uygulanmıştır. Silindir numunelere ise 5 kNm/sn³'lük yükleme hızı uygulanmıştır.

Tek eksenli basınç dayanımı deneyi hesaplamaları eşitlik (1) de yer alan denklem yardımıyla yapılmıştır [11].

$$f_b = \frac{P_k}{A} \quad (1)$$

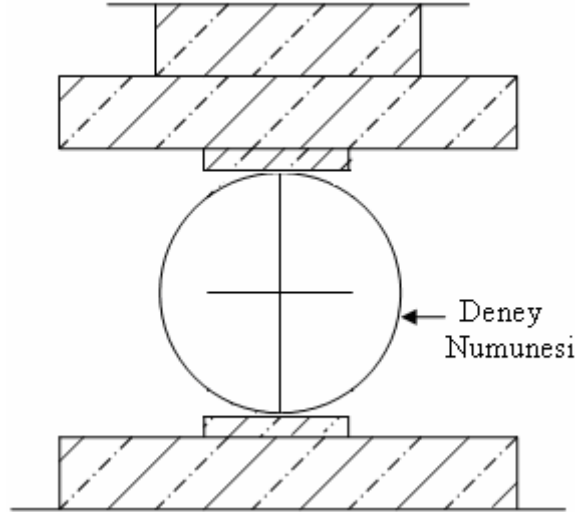
Eşitlikte yer alan; f_b tek eksenli basınç dayanımını (MPa), P_k numunenin kırılmasını

sağlayan yükü (kN) ve A taşın yük uygulanan yüzey alanını (mm²) ifade etmektedir.

2.2. İndirekt çekme dayanımı (Brazilian) deneyi

Brazilian deneyi, silindirik numunelerin indirekt (dolaylı) çekme dayanımının belirlenmesi için yapılmıştır. Brazilian deneyinde kullanılmak üzere, bazalt taşlarından kalınlık/çap oranı 0.5-1.0 olan, yaklaşık 54 mm çapında 27 mm boyunda silindirik numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu numuneler, Şekil 2'de şematik olarak gösterilen tek eksenli basınç deneyinde kullanılan basınç presine yerleştirilmiştir. Numunenin alt ve üst kısımlarına, kaymayı önlemek amacıyla şerit yastık görevini üstlenecek 2-6 mm kalınlığında ve 30 mm uzunluğunda kartonlar bırakılmıştır.

Bazalt numunelerine uygulanan yükleme işlemi, darbesiz ve sürekli olacak şekilde, 5 kNm/sn³'lük sabit bir hızla deney numunesi kırılana kadar uygulanmıştır.



Şekil 2. İndirekt Çekme Dayanımı Deneyinin Şematik Görünümü

Çekme dayanımı deneyi hesaplamaları eşitlik (2)'de verilen denklem yardımıyla yapılmıştır [11].

$$f_{yç} = \frac{2P_k}{\pi LD} \quad (2)$$

Eşitlikte yer alan; $f_{yç}$ taşın indirekt çekme dayanımını (MPa), P_k kırılma yükünü (kN), L

numunenin boyunu (mm) ve D numunenin çapını (mm) ifade etmektedir.

2.3. Nokta yükü dayanım indeksi deneyi

Nokta yükleme dayanım indeksi deneyi, kullanılan bazaltı sınıflandırmak ve doğal durumunu öğrenmek için yapılan indeks deneylerinden biridir. Bu deney için, kalınlık/çap

(L/D) oranı 0.3-1.0 arasında olan, yaklaşık 54 mm çapında 27 mm boyundaki bazalt numunelerin yanında, düzensiz boyutlardaki blok numuneler de kullanılmıştır. Bazaltın nokta yükü dayanım indeksinin belirlenmesinde ELE marka standart deney aleti kullanılarak blok test tipi uygulanmıştır [2]. Deney numunelerine, 30-60 saniye içinde kırılacak şekilde yük uygulanmıştır [12].

Kırılma anındaki yükün değeri (P) yük göstergesinden okunarak, bazaltın nokta yükü dayanım indeks değerleri eşitlik (3)-(6)'da verilen denklemler yardımıyla hesaplanmıştır [11].

$$D_e = \sqrt{\frac{4WD}{\pi}} \quad (3)$$

$$I_s = \frac{P}{D_e^2} \quad (4)$$

$$F = \left[\frac{D_e}{50} \right]^{0.45} \quad (5)$$

$$I_{s(50)} = F \times I_s \quad (6)$$

Eşitliklerde yer alan; D_e eşdeğer çapı (mm), W deney numunesinin yükleme yönüne dik en küçük boyutunu (mm), P kırılma yükünü (kN), F boyut düzeltme faktörünü, I_s düzeltilmemiş nokta yükü dayanımını (MPa) ve $I_{s(50)}$ düzeltilmiş nokta yükü dayanım indeksini (MPa) ifade etmektedir.

2.4. Darbeli aşınma kaybı (Los Angeles) deneyi

Bazalt taşlarının aşınma kaybı değerlerinin belirlenebilmesi için iki tarafı kapalı çelik silindir biçiminde ve iç çapı 710 mm, boyu 508 mm olan Los Angeles deney aleti kullanılmıştır. Bu silindirin yan yüzeyine boydan boya civatalı sistemle açılıp kapatılan bir kapak yerleştirilmiştir. Silindir içindeki aşındırıcı çelik bilyelerin çapı yaklaşık 47 mm, kütlesi ise 390–445 gr arasındadır. Deney numunelerinin bu bilyelerle birlikte dönme sırasında yukarıda toplanıp serbest düşmelerini sağlayacak şekilde silindir içinde, yaklaşık 90 mm genişliğinde ve silindir boyunca devam eden bir raf yer

almaktadır. Silindir, dakikada 30–33 devir yapacak şekilde bir motor vasıtasıyla eksenli etrafında döndürebilecek donanıma ve devir sayısını göstererek otomatik olarak 100 ve 500 devirler sonunda dönmeyi durduracak bir numaratóre sahiptir.

Bazalt taşlarının 100 ve 500 devir sonundaki aşınma kayıpları eşitlik (7) ve (8)'de verilen denklemler yardımıyla hesaplanmıştır [11].

$$K_{100} = \frac{G_o - G_{100}}{G_o} \times 100 \quad (7)$$

$$K_{500} = \frac{G_o - G_{500}}{G_o} \times 100 \quad (8)$$

Eşitlik (7) ve (8)'de yer alan; K_{100} numunenin 100 devir sonundaki aşınma kaybını (%), K_{500} numunenin 500 devir sonundaki aşınma kaybını (%), G_o numunenin deneyden önceki kütlesini (gr), G_{100} numunenin 100 devir sonunda göz açıklığı 1.6 mm olan elek üzerinde kalan kısmının kütlesini (gr) ve G_{500} numunenin 500 devir sonunda göz açıklığı 1.6 mm olan elek üzerinde kalan kısmının kütlesini (gr) ifade etmektedir.

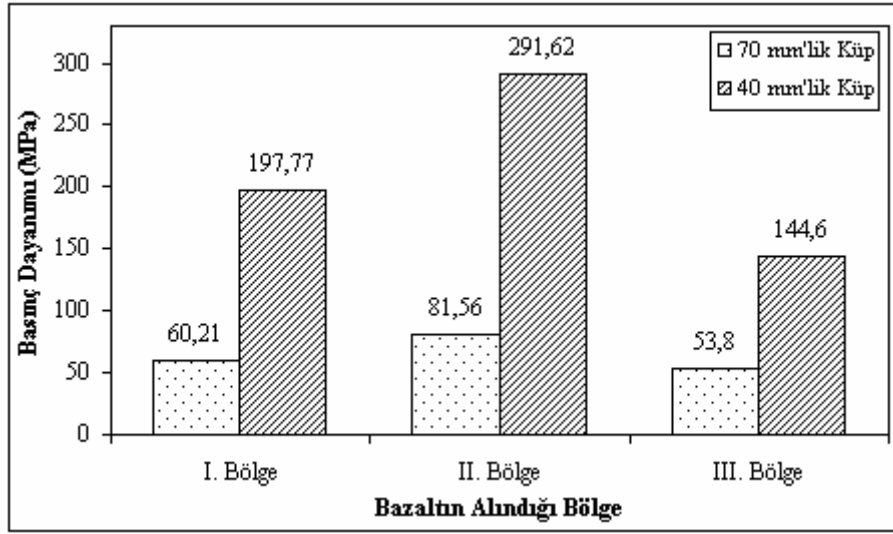
2.5. Kaya sertliği belirleme deneyi

Bu deney, bazalt taşı numunelerinin sertlik değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Belirlenen kaya sertlikleri ölçüm aletinin tasarımına, uygulanmasına ve kayanın kendisine bağlıdır. Kayaların çoğu homojen olmadıklarından dolayı, temsili bir sertlik değeri bulabilmek için rasgele noktalardan N-24 tipi geri tepmeli Schmidt çekici ile 10'ar adet ölçüm yapılarak bulunan değerlerin ortalaması alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçları

Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşlarına ait yaklaşık 70 mm'lik ve 40 mm'lik küp numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçları Şekil 3'de grafik olarak gösterilmiştir.



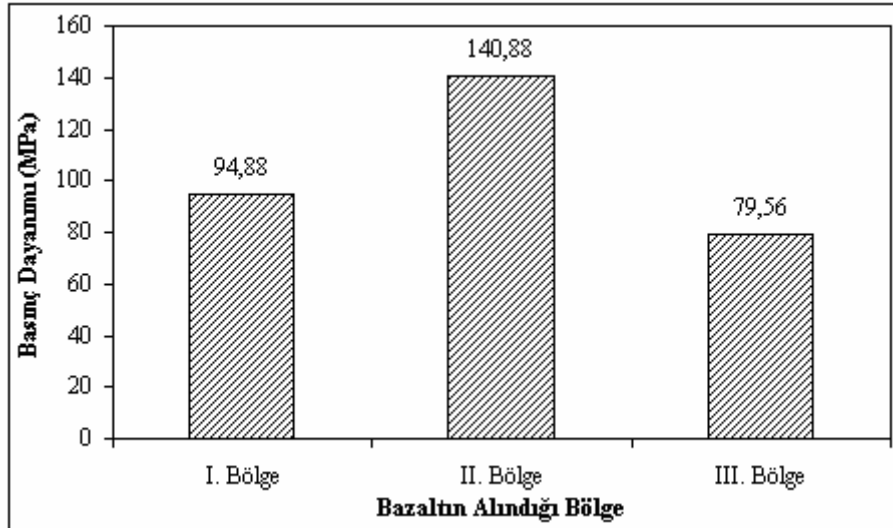
Şekil 3. Küp Numunelerin Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerleri

Diyarbakır-Karacadağ yöresinin farklı bölgelerinden alınan bazalt taşları üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyleri neticesinde, Şekil 3’de görüldüğü gibi en yüksek basınç dayanımı değeri II. Bölgeden alınan numunelerden elde edilirken, en düşük basınç dayanımı değerini ise III. Bölgedeki numuneler göstermiştir.

Farklı boyutlardaki küp numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanım deneyi,

basınç dayanımlarının boyuta bağlı olarak farklılık gösterdiği sonucunu da ortaya koymuştur. Numune boyutu küçüldükçe basınç dayanımlarında artış meydana geldiği Şekil 3’den açık bir şekilde görülmektedir.

Silindirik numunelerin tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçları ise Şekil 4’de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. Silindirik Numunelerin Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerleri

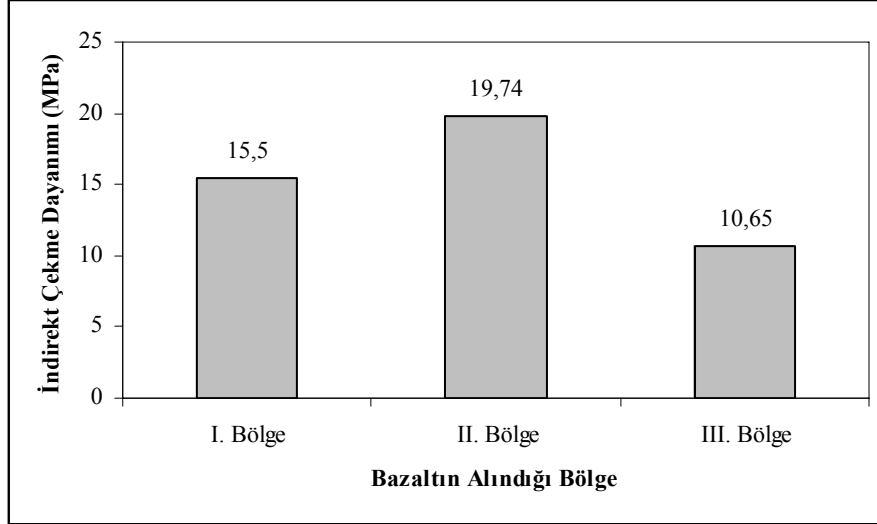
Küp ve silindirik bazalt numuneleri üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyleri

neticesinde benzer sonuçlar elde edilmiş olup, silindirik numunelerde de, en yüksek basınç

dayanımı değerini II. Bölgeden alınan numuneler gösterirken, en düşük basınç dayanımı değerini ise III. Bölgedeki numuneler göstermiştir.

3.2. İndirekt çekme dayanımı (Brazilian) deney sonuçları

Üç farklı bölgeden alınan Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşına ait ortalama indirekt çekme dayanımı deney sonuçları Şekil 5'de grafik olarak gösterilmiştir.



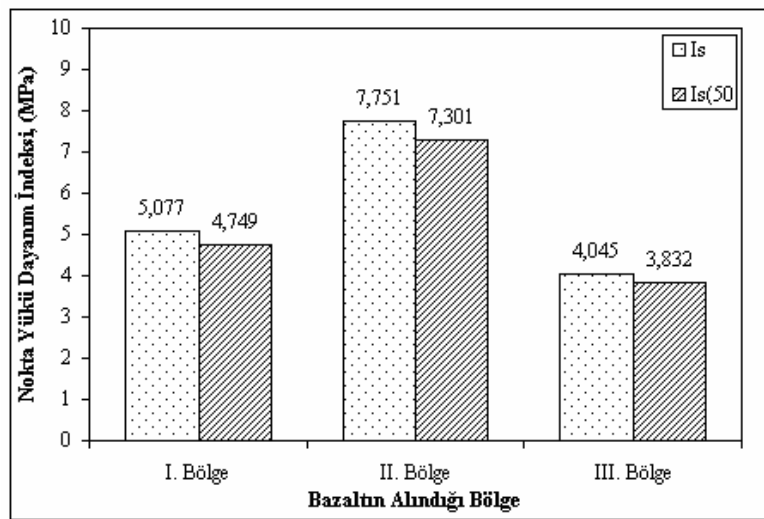
Şekil 5. Silindirik Numunelerin İndirekt Çekme Dayanımı Değerleri

Diyarbakır-Karacadağ Bazaltı üzerinde yapılan indirekt çekme dayanımı deney sonuçları tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçlarını desteklemiştir. Şekil 5'den anlaşılacağı üzere, tek eksenli basınç dayanımı deneyinde olduğu gibi, indirekt çekme dayanımı deneyinde de en yüksek dayanımı II. Bölgeden alınan numuneler

gösterirken, en düşük dayanımı ise III. Bölgeden alınan numuneler göstermiştir.

3.3. Nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları

Bazalt taşı numunelerine ait nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları Şekil 6'da grafik olarak gösterilmiştir.



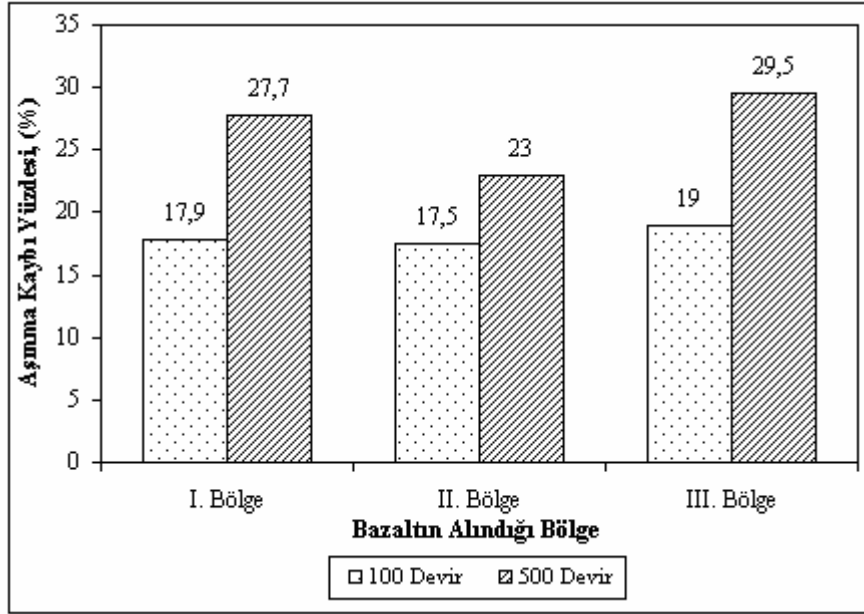
Şekil 6. Bazalt Taşlarının Nokta Yükü Dayanım İndeksi Değerleri

Bazalt numuneleri üzerinde yapılan nokta yükü dayanım indeksi deneyi ile numunelerin I_s (düzeltilmemiş nokta yük) ve $I_{s(50)}$ (düzeltilmiş nokta yük) değerleri belirlenmiştir. Elde edilen I_s ve $I_{s(50)}$ değerlerine göre, nokta yükü dayanım indeksinin en yüksek olduğu bölgenin II. Bölge, en düşük olduğu bölgenin ise III. Bölge olduğu Şekil 6'dan görülmektedir. Bu veriler, bazalt

numunelerinin basınç ve çekme dayanımı değerleri ile uyum içerisinde.

3.4. Darbeli aşınma kaybı (Los Angeles) deney sonuçları

Diyarbakır-Karacadağ yöresinin üç farklı bölgesinden alınan bazalt taşı numuneleri üzerinde yapılan aşınma kaybı deney sonuçlarına ait veriler Şekil 7'de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 7. Numunelerin Aşınma Kaybı Yüzdelерinin Bölgelere Göre Değişimi

Bazalt taşı numuneleri üzerinde yapılan aşınma kaybı deneyleri neticesinde, Şekil 7'den görüleceği üzere en düşük aşınma kaybı yüzdesi I. Bölgeden alınan numunelerde meydana gelirken, en yüksek aşınma kaybı yüzdesi ise III. Bölgeden alınan numunelerde meydana gelmiştir. Bazalt taşlarının aşınma kaybı yüzdelерinde göstermiş oldukları bu değişim basınç ve çekme dayanımı değerlerini doğrular niteliktedir.

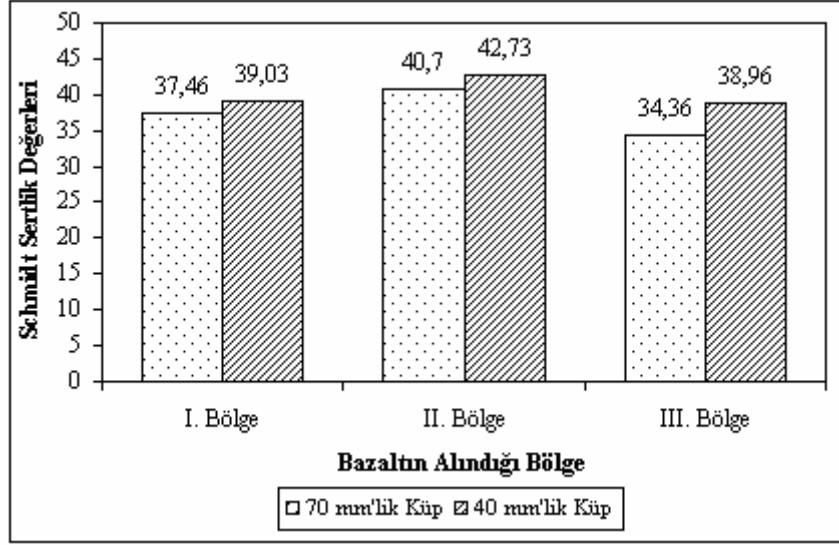
3.5. Kaya sertliği belirleme deney sonuçları

Kaya sertliğini belirlemek amacı ile yapılan deneyde Schmidt çekici sertlik değerlerine göre kayaların sınıflandırılması Tablo 6'da verilmiştir [12].

Schmidt sertlik değerleri ile bu değerlere karşı gelen basınç dayanımlarının bölgelere göre değişim değerleri Şekil 8'de gösterilmiştir.

Tablo 6. Schmidt Çekicine Göre Kaya Sertliğinin Sınıflandırılması

Schmidt Çekici Değeri	Sınıflandırılması
0-10	Yumuşak
10-20	Az Yumuşak
20-40	Az Sert
40-50	Sert
50-60	Oldukça Sert
> 60	Çok Sert

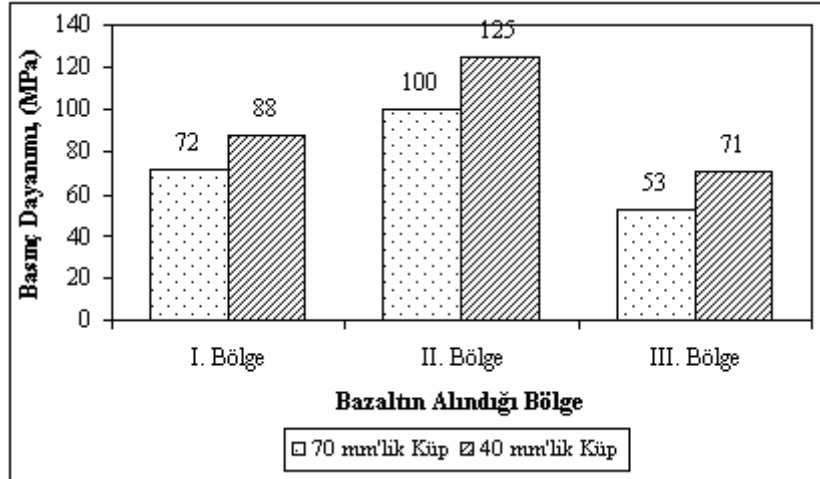


Şekil 8. Küp Numunelerin Sertlik Değerleri

Schmidt sertlik deneyinden elde edilen verilerin Tablo 6'da verilen değerler ile karşılaştırma neticesinde, kaya sertliği sınıflandırmasında II. bölgeden alınan bazalt numunelerinin sert. I. ve III. bölgelerden alınan bazalt numunelerinin ise az sert sınıfına girdiği görülmektedir. Bu sonuç, bazalt numunelerinin

aşınma kaybı yüzdelерinde meydana gelen değişimi açıklayıcı bir gösterge niteliğindedir.

Schmidt sertlik değerlerine göre, 70 mm'lik ve 40 mm'lik küp numuneler için hesaplanan basınç dayanım değerleri Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Numunelerin Sertlik Değerlerine Bağlı Basınç Dayanım Değerleri

Şekil 9'dan görüleceği üzere, numune boyutu küçüldükçe basınç dayanımı artmıştır. Elde edilen veriler neticesinde, Schmidt sertlik değerlerine bağlı olarak hesaplanan basınç

dayanım değerleri ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasında doğru orantı olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşının yapısal özelliklerini inceleyerek çağdaş mimari alanlarındaki kullanımının belirlenebilmesi amacıyla, bu malzemenin yayılım alanlarına göre farklılık gösterdiği üç değişik bölgeden temin edilen numuneler üzerinde yapılan mekanik deneyler neticesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Küp ve silindirik numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyi neticesinde benzer sonuçlar elde edilmiş olup, en yüksek basınç dayanımını Elazığ yolundan alınan bazalt taşı gösterirken, en düşük basınç dayanımını ise Mardin yolundan alınan bazalt taşı göstermiştir.
- Farklı boyutlardaki küp numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyi, basınç dayanımlarının boyuta bağlı olarak değiştiğini, numune boyutunun küçülmesiyle birlikte basınç dayanımlarında artış meydana geldiğini göstermiştir.
- İndirekt çekme dayanımı deneyi neticesinde, en yüksek dayanımı Elazığ yolundan alınan bazalt taşı numuneleri gösterirken, en düşük dayanımı ise Mardin yolundan alınan numuneler göstermiştir.
- Nokta yükü dayanım indeksi deneyi ile elde edilen I_s ve $I_{s(50)}$ değerlerine göre, nokta yükü dayanım indeksinin en yüksek olduğu bölge Elazığ yolu, en düşük olduğu bölge ise Mardin yolu olarak belirlenmiştir.
- Yapılan aşınma kaybı deneyi ile elde edilen verilere göre, en düşük aşınma kaybı yüzdesi Şanlıurfa yolundan alınan numunelerde meydana gelirken, en yüksek aşınma kaybı yüzdesi ise Mardin yolundan alınan numunelerde meydana gelmiştir. Aşınma kaybı yüzdeleri Karayolları Yol şartnamesindeki maksimum değer olan % 35'in altında kalmıştır [13].

- Bazalt taşı numuneleri üzerinde yapılan kaya sertliği belirleme deneyi, Elazığ yolundan alınan bazalt numunelerinin sert, Şanlıurfa yolu ve Mardin yolundan alınan bazalt numunelerinin ise az sert kaya sınıfına girdiğini göstermiştir.
- Schmidt sertlik değerlerine bağlı olarak hesaplanan basınç dayanım değerleri ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasında doğru orantı olduğu yapılan deneyler neticesinde belirlenmiştir.
- Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşının yapısal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan tüm mekanik deney sonuçlarının birbirini desteklediği görülmüştür. Mekanik deney sonuçları, üç ayrı bölgeden alınan numunelerin mekanik özelliklerinin birbirine yakın olduğunu ancak, ikinci bölge olarak belirlediğimiz Diyarbakır-Elazığ yolu üzerindeki bölgeden temin edilen bazalt taşı numunelerinin diğer iki bölgeye göre daha üstün performans sergilediğini ortaya koymuştur.
- Yapılan deneysel çalışma, Diyarbakır-Karacadağ bazaltının bünyesindeki doku, renk ve görüntü zenginliği sayesinde tarihi dokuya uyumu ve yüksek mekanik dayanımı gibi özelliklerinden dolayı günümüz yapılarında yaygın olarak kullanılabilir alternatif bir malzeme olduğunu ortaya koymuştur.
- Kullanım alanlarının yaygınlaştırılması amacıyla teknolojiye uygun olarak yapılacak çalışmalar, Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşının gelecekte mimari alanda birçok malzemenin yerini alarak yaygın bir şekilde kullanımını sağlayacaktır.

Kaynaklar

1. Uz, B. (2001). Sert Mermer Grubuna Bir Örnek; Diyarbakır Karacadağ Bazaltlarının Mermer Açısından İncelenmesi. *Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. Afyon, 43-53.
2. Karakuş, A. (1999). Diyarbakır Yöresinde İşletilebilir Nitelikteki Mermerleri Kesilebilirlik Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri

- Enstitüsü Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 56s.
3. Ercan, T. (1991) .Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Sayı: 6, 122s.
 4. Hassan, M.Y. (2001). Basalt Rock as an Alternative Raw Material in Portland Cement Manufacture. *Materials Letters*, **50**, 172–178.
 5. Al-Harhi, A.A., Al-Amri, R.M., Shehata, W.M. (1999). The Porosity and Engineering Properties of Vesicular Basalt in Saudi Arabia, *Engineering Geology*, **54**, 313–320.
 6. Franzone, J.G. (1980). Geology Geotechnical Properties and Vesicular Rock Classification of Lousetown Basalt And Lattices Truckee Area California, M.Sc. Thesis, Unpublshed University of Nevada.
 7. Tuğrul, A., Gurpinar, O. (1997). A Proposed Weathering Classification for Basalt and Their Engineering Properties (Turkey), *Bull. Int. Assoc. Eng. Geol.*, **55**, 139-149.
 8. Houston, E. C., Smith, J. V. (1997). Assessment of Rock Quality Variability due to Smectitic Alteration in Basalt Using X-Ray Diffraction Analysis, *Engineering Geology* **46**, 19-32.
 9. Korkağ, M., Tuğrul, A. (2005). Evaluation of Selected Basalts from the Point of Alkali-Silica Reactivity, *Cement and Concrete Research*, **35**, 505-512.
 10. Balme, M. R., Rocchi, V., Jones, C., Sammonds, P. R., Meredith, P. G., Boon, S. (2004). Fracture Toughness Measurements on Igneous Rocks Using a High-Pressure, High Temperature Rock Fracture Mechanics Cell, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **132**, 159-172.
 11. TS 699, (1987). Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deneş Metotları, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
 12. Ulusay, R. (1997). Kaya Mekanığı Laboratuar Deneşleri, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Ana Bilim Dalı, Ankara.
 13. TCK. Yollar Fenni Şartnamesi (2000). Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Yayın No:170/2, Ankara, 213s.